



TITLE:

Development of hybrid analog data acquisition system and its applications to the studies of atmospheric turbulence in the atmospheric boundary layer(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

Hanafusa, Tatsuo

CITATION:

Hanafusa, Tatsuo. Development of hybrid analog data acquisition system and its applications to the studies of atmospheric turbulence in the atmospheric boundary layer. 京都大学, 1972, 理学博士

ISSUE DATE:

1972-03-23

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/213922>

RIGHT:

氏 名	花 房 龍 男 はな ふさ たつ お
学 位 の 種 類	理 学 博 士
学 位 記 番 号	論 理 博 第 381 号
学 位 授 与 の 日 付	昭 和 47 年 3 月 23 日
学 位 授 与 の 要 件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 題 目	Development of hybrid analog data acquisition system and its applications to the studies of atmospheric turbulence in the atmospheric boundary layer (ハイブリッドアナログデータ処理装置による接地気層内の大気乱流の研究)
論 文 調 査 委 員	(主 査) 教 授 山元龍三郎 教 授 国 司 秀 明 教 授 中島暢太郎

論 文 内 容 の 要 旨

接地気層中の顕熱などの乱流垂直輸送は、大気運動のエネルギーを決定する要因の一つであり、その研究は、気象学の重要課題である。乱流輸送量の実測方法のうち、もっとも信頼出来るものは、垂直速度と温度などの物理量のコバリアンスを用いる渦相関法である。この方法では、極めて膨大な観測資料を解析せねばならない。また、観測の複雑さを克服し、必要な精度を確保するために、資料の実時間処理が必要である。そのために実地観測用の実時間資料解析装置の出現が強く要望されていた。花房龍男の申請論文は、そのような装置を用いた研究方法およびそれにより得られた研究成果に関するものである。

主論文は4部から成り、第1部では、新しく、接地気層乱流の実地観測法を提案している。乱流輸送量を観測するためには、垂直速度・水平風速・湿度・温度の変動に関して、平均化時間が0.1秒、観測継続時間が30分以上にわたる各要素の観測資料の解析が必要である。それらの資料解析を、デジタル方式で行なうとすると、解析精度は良好であるが、装置が極めて膨大なものとなって野外観測用としては、少なくとも現在のわが国では実際的ではない。アナログ計算機で資料解析を行なうとすると、装置は、比較的小型ですむが、精度が良くないなどの難点がある。申請者は、これら2方式を折衷して、次のようなハイブリッド・アナログ方式を提案している。まず、各観測要素の約45秒間の平均値と標準偏差、および垂直速度と温度などのコバリアンスを、それぞれアナログ方式で算定する。次に、これらの結果を平均して、約1時間の観測継続時間に対する乱流輸送量などを、必要な精度で求めるのに、デジタル方式を用いる。この際、資料の数は、もとの観測資料に比して著しく少なくなっているため、小型のデジタル計算機で充分である。このようなハイブリッド・アナログ方式による資料解析の精度は、純デジタル方式と比較して、満足出来るものであると、申請者は述べている。

主論文第2部では、水蒸気の乱流輸送量の観測に必要な水蒸気量の変動の測定に関する一つの方法を提示している。水蒸気量を、乾湿計により測定する標準的方法では、湿球温度での飽和水蒸気圧力が、温度に関して非線型であり、アナログ的に計算するのが容易でない。申請者は、この飽和水蒸気圧力が、乱流輸

送量観測に際して、線型として取り扱える方式を提示している。これは第3部で述べるハイブリッド・アナログデータ処理装置に取り入れられている。

主論文第3部では、ハイブリッド・アナログデータ処理装置の詳細を述べている。風速などの要素の標準偏差をアナログ的に求める装置として、申請者は、熱電対と熱線とを組合せたシグマメータを開発し、接地気層で卓越する0.01ヘルツから10ヘルツまでの周波数領域の変動の標準偏差を求めている。

さらに、各要素の周波数別寄与を得るために、周波数領域をさらに3領域に細分して、標準偏差を記録出来るようにしている。垂直速度と温度などのコバリアンスを計算するフラックスメータでは、切断周波数が10ヘルツのローパスフィルタを通った2つの要素の積を、マルチプライアで求めている。

次にこれらの結果をデジタル方式で処理するために、このようなアナログ信号をインプット・スキャナで取り上げ、A—D変換器でデジタル化している。その出力を、小型卓上計算機で時間積分し、最終結果が得られるようにしている。

このような装置を野外で実地に使用する時に懸念されるゼロ点のドリフトなどの障害は充分小さいことを申請者は確かめている。

主論文第4部では、申請者の提示した新しい観測方法を、水面および裸地上の接地気層に対して実地に適用して、この方法が充分に実地使用にたえるのみならず、観測方法として極めて有用である事を確かめている。そして若干の観測結果を提示している。放射のネットフラックスの日変化に対して、顕熱輸送量は位相のずれが小さいが、運動量輸送のそれは、かなり大きい事を見出している。さらに地表面における熱収支の全要素の直接測定を行ない、10%以下の誤差で熱収支が成立していることも確かめている。また、地表面抵抗係数は、毎秒数メートル以上の風速では、ほぼ一定か又は風速と共に増加するという在来の結果に対して、毎秒約2メートル以下の風速では、風速の減少と共に著しく大きくなるという新しい事実を見出している。

参考論文1、2および3は、乱流輸送量を渦相関法によって観測する具体的方法と、その結果を述べたものである。参考論文4および5では、航行中の船舶上での渦相関法の適用を提案し、船舶の振動などによるノイズの消去について論じている。参考論文6では、約 10^{-7} ヘルツから約0.3ヘルツの周波数領域での風速変動のスペクトル解析を行なっている。参考論文7および8では、接地気層の乱流観測を、ハイブリッド・アナログデータ処理装置の前身であるアナログ・データ処理装置を用いて行ない、その結果を論じている。

論文審査の結果の要旨

大気と地球表面との間のエネルギー授受は、気候などの大気状態を支配する重要な要素の一つであって、地表面近くの気層、いわゆる接地気層では、主として乱流輸送によって果されている。乱流輸送は、大気中の温度分布、風速、地表面状態に大きく依存し、複雑に変化するので、多くの未解明の問題が残されている。そのために、組織的な実地観測による研究が要望されていた。もっとも信頼出来る観測法であるところの渦相関法では、膨大な観測資料の実時間処理が必須であり、適当な資料処理装置の開発が望まれていた。

申請者花房龍男は、この要望に応えるような装置を完成し、それを用いた観測的研究方法を確立した。そして、それを実地に適用して、接地気層乱流に関する新しい知見を加える事が出来た。

主論文は4部から成り、その第1部では乱流輸送に関する新しい観測法を提案している。接地気層における顕熱などの乱流輸送量観測のためには、垂直速度・水平風速・温度・湿度の0.1秒程度の短周期変動を少なくとも30分以上継続して観測する必要がある、最低80,000ヶ以上の観測値を、獲得し解析しなければならない。その資料解析法について、申請者は、A—D変換器とデジタル電子計算機を用いたデジタル方式の高精度であるという利点を生かし、又装置が極めて膨大なものとなり、野外観測用としては実地的ではないというデジタル方式の欠点をアナログ方式で回避する事とした。この方式は、野外で実地に使用出来て、しかも精度が充分満足である事を確かめている。水蒸気量変動の測定に関する一つの方法を主論文第2部で提案している。湿球温度に対する飽和水蒸気圧力は、水蒸気量を乾湿計により測定する標準的方法で考慮すべき量であるが、温度に関して非線型である。申請者は、この飽和水蒸気圧力が、乱流輸送量観測に際して、線型として取扱える方式を提示し、第3部で示されているデータ処理装置で利用している。主論文第3部では、ハイブリッド、アナログデータ処理装置の詳細を述べている。先ず、風速などの要素の標準偏差を、アナログ的に求めるために、熱電対と熱線とを組合わせた装置でシグマメータを作っている。また、乱流輸送量を求めるために、垂直速度と温度などのコバリアンスを計算するフラックスメータも加えている。次に、これらのアナログ出力を、デジタル方式で処理するために、A—D変換器でデジタル化し、小型計算機で時間積分して、最終結果が得られる。申請者は、この装置が充分な精度を保持して野外での長時間実地使用に耐える事を確かめている。申請者は、上述の装置・方法を、実地に適用して、接地気層の乱流輸送量の比較的長時間にわたる組織的観測を、初めて行なう事が出来た。そしてその若干の結果を、主論文第4部で述べている。

先ず、乱流輸送量の日変化に関して、放射のネットフラックスに対し、顕熱の乱流輸送量は位相のずれが小さいが、運動量輸送のそれは、かなり大きいことを見出し接地気層乱流論に新しい問題を提起している。次に、地表面における熱収支の全要素の直接測定の結果について、10パーセント以下の誤差で熱収支が成立していることを確かめ得た。さらに、地表面抵抗係数は、毎秒数メートル以上の風速では、ほぼ一定か又は風速と共に増加するという在来の結果に対して、毎秒約2メートル以下の風速では、風速の減少と共に著しく大きくなるという新しい事実を申請者は見出し、低風速時の乱流特性に新しい知見を与えている。

以上要するに、申請者花房龍男は、接地気層乱流の観測的研究に関する新しい方法を確立して、乱流の組織的観測を可能ならしめた。そして、乱流特性に関する新しい知見を得る事が出来、微細気象学に大きく寄与したものと認められる。

よって、本論文は理学博士の学位論文として価値あるものと認める。